



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**RECUPERAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA CORRELACIONA-SE COM A
RETIRADA VAGAL APÓS TESTE ORTOSTÁTICO EM HOMENS**

DAVI ALVES DE LIMA

BRASÍLIA-DF

2017

DAVI ALVES DE LIMA

**RECUPERAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA CORRELACIONA-SE COM A
RETIRADA VAGAL APÓS TESTE ORTOSTÁTICO EM HOMENS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Educação Física da Universidade de
Brasília, como requisito parcial para obtenção do
título de Bacharel em Educação Física.

ORIENTADOR

PROF DR. GUILHERME ECKHARDT MOLINA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais João de Oliveira e Francisca Alves, meus irmãos Juliana Alves, Júlia Alves, Julielma Alves e Daniel Alves (*in memoriam*) e minha esposa Edna Santos. Dedico também à minha querida amiga da Faculdade de Educação Física, Renata Verreschi (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por permitir que eu acorde a cada dia para continuar lutando pelos meus sonhos, acompanhado por pessoas maravilhosas que tornam mais fáceis minhas batalhas cotidianas.

Agradeço aos meus pais por me mostrarem cedo a dura realidade da vida e a melhor maneira de enfrentar todos os desafios.

À minha esposa Edna Santos, pelo companheirismo em todos os momentos de alegria e de tristeza que passamos juntos, ter você ao meu lado me mantém firme.

Aos professores que tive a oportunidade de conhecer ao longo do curso, especialmente ao professor Guilherme Eckhardt Molina, que aceitou ser meu orientador nessa fase importante da minha vida.

Aos amigos que ganhei nessa etapa e desejo levar para sempre, Arthur Sales, Paula Beatriz, Kinberlin Moraes, Matheus Melo, Aline Franklin, Robson Silva, Waydson Rabelo, Pedro Victor e Pedro Silva, vocês tornaram meus dias na Faculdade de Educação Física melhores.

A todos que tive a oportunidade de conhecer durante o estágio no Laboratório de Fisiologia do Exercício, especialmente, Lúcia Kobayashi, Ygor Ribeiro, Fernanda Fernandes, Welington Dornelas.

Aos participantes da pesquisa, que tornaram possível a realização deste trabalho, sem a colaboração de vocês esse trabalho não passaria de um projeto no papel.

Agradeço imensamente a Roberto Gurgel e Cláudia Sampaio, a ajuda de vocês nesses quatro anos de faculdade foi fundamental, vocês “adotaram um estudante universitário”, cada dia de estudo foi um dia a menos no trabalho, sem essa ajuda seria extremamente mais difícil concluir essa etapa, faltam palavras para descrever tudo o que gostaria, serei eternamente grato por tudo que fizeram por mim. MUITO OBRIGADO.

RESUMO

Introdução: A relação entre a função autonômica cardíaca (FAC) no repouso e a frequência cardíaca (FC) de recuperação (FCR) após o esforço ainda é um assunto pouco explorado.

Objetivo: Correlacionar a modulação da FAC após manobra ortostática (mudança postural ativa da posição supina para ortostática) com o decremento da FCR e a reativação vagal na recuperação após teste de esforço submáximo em homens jovens. **Métodos:** 23 homens com idade – mediana (quartis), 21 (20; 25,5) anos, índice de massa corporal (IMC) 24 (22,3; 24,7) kg/m² participaram da pesquisa. Os registros de FC e dos intervalos RR foram gravados nas condições de repouso supino e ortostático, no teste de esforço - interrompido a 85% da FC máxima prevista e em cada minuto de recuperação, durante 5 min. A FAC foi avaliada por meio da variabilidade da FC nos domínios do tempo (CV, pNN50, rMSSD) e da frequência (AT, BF, AF, BF/AF). A recuperação foi avaliada pelo coeficiente de recuperação da frequência cardíaca (CFCR). Foi utilizado o coeficiente de correlação de *Spearman* a 5%.

Resultados: A retirada vagal (pNN50, rMSSD, AF) e a redução dos índices de modulação global (CV e AT) após manobra ortostática se correlacionaram positivamente com o CFCR ao longo dos 5 minutos de recuperação ($r_s = 0,38 - 0,75$; $p = 0,01 - < 0,01$) e com a reativação vagal no 1º min da recuperação ($\Delta\%$ pNN50 $r_s = 0,57$ $p < 0,01$; $\Delta\%$ rMSSD $r_s = 0,49$ $p < 0,01$; $\Delta\%$ AF $r_s = 0,62$ $p < 0,01$). **Conclusão:** A recuperação da FC e a reativação parassimpática na fase de recuperação pós-exercício submáximo em homens jovens estão na dependência da retirada parassimpática após manobra ortostática ativa no repouso.

Palavras chaves: adaptação cardíaca; sistema nervoso autônomo; parassimpático; esforço físico.

Abstract

Introduction: The relationship between cardiac autonomic function (CAF) at rest and heart rate (HR) recovery (HHR) after exercise is still an unexplored issue. **Objective:** To correlate the CAF after orthostatic maneuver (change postural position from supine to orthostatic) at rest with HHR and cardioval reactivation on recovery phase after submaximal exercise test in young men. **Methods:** 23 men with median age (quartiles), 21 (20; 25,5) years, body mass index (BMI) 24 (22,3; 24,7) kg / m² were engaged in the study. HR and RR intervals were recorded in supine and orthostatic positions, sub maximal exercise test - interrupted at 85% of HR max and every minute into the recovery phase (5 min). The CAF was evaluated by means of HR variability in the time domain (CV, pNN50, rMSSD) and frequency (TP, LF, HF, LF / HF) domains. The recovery phase was assessed by coefficient of HR recovery (CHHR). The Spearman correlation coefficient was used, at 5%. **Results:** Cardioval withdrawn (pNN50, rMSSD, AF) and reduction of overall cardiac modulation (CV e TP) after orthostatic maneuver, were correlated positively with CHHR in the 5 min of recovery phase ($r_s = 0,38 - 0,75$; $p = 0,01 - < 0,01$) and cardioval reactivation at 1st min of recovery ($\Delta\%$ pNN50 $r_s = 0,57$ $p < 0,01$; $\Delta\%$ rMSSD $r_s = 0,49$ $p < 0,01$; $\Delta\%$ AF $r_s = 0,62$ $p < 0,01$). **Conclusion:** The CHHR and cardioval reactivation after submaximal exercise were related with parasympathetic withdrawn and reduction of overall cardiac modulation after active orthostatic maneuver at rest in young men.

Keywords: cardiac adaptation; autonomic nervous system; parasympathetic; physical effort.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente as doenças cardiovasculares são as principais causas de morte na população, com aproximadamente 17,7 milhões de casos, representando 31% de todas as mortes a nível global em 2015 (WHO, 2017). No Brasil, 29,4% das mortes são causadas por doenças cardiovasculares, com estimativa de 308 mil mortes por ano (BRASIL, 2011).

Diante do contexto das doenças que atingem o sistema cardiovascular, a avaliação da função autonômica cardíaca (FAC) destaca-se como uma importante avaliação prognóstica que pode ser aplicada em diferentes condições clínicas e funcionais. A avaliação do grau de modulação da FAC composta pelos ramos simpático, de característica pró-arritmogênica e do ramo parassimpático, de característica anti-arritmogênica permitem indiretamente inferir de forma geral a capacidade homeostática do sistema cardiovascular frente a diferentes estímulos como o exercício físico (MACHADO, 2014; MARIEB e HOEHN, 2009; McARDLE *et al*, 2011).

Atualmente, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), um método indireto, válido e reprodutível é frequentemente utilizado para a análise da integridade da FAC em diversas condições funcionais (PUMPRLA, 2002). Ainda, no cenário da avaliação da FAC, destaca-se a análise da recuperação da frequência cardíaca (RFC) após o exercício, como outra forma usualmente utilizada para a análise da FAC (LAHIRI *et al*, 2008).

Portanto já está bem documentado que a alta VFC no repouso e o decremento rápido da RFC nos momentos iniciais após o exercício estão fortemente associados com desfechos clínicos e funcionais favoráveis, por outro lado, o contrário também é verdadeiro (PUMPRLA, 2002).

Portanto, com o intuito de melhor compreender os ajustes da FAC e da sua relação com desfechos clínicos e funcionais no coração, diferentes ensaios clínicos estudaram as possíveis associações entre a VFC no repouso e a recuperação da frequência cardíaca após testes de esforço máximo ou submáximo. Esses estudos estão baseados na premissa de que a recuperação da frequência cardíaca poderia estar na dependência do grau de modulação da FAC no repouso (JAVORKA *et al* 2002; BUCHHEIT e GINDRE 2006; EVRENGUL *et al*, 2006; BOSQUET *et al* 2007; DANIELI *et al*, 2014). Entretanto, os resultados observados são controversos e inconclusivos e ainda carecem de mais investigações.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi correlacionar a retirada parassimpática após manobra ortostática ativa no repouso com o decremento da RFC e reativação vagal ao longo de 5 min de recuperação após teste de esforço submáximo em homens jovens.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um estudo de corte transversal com amostra do tipo não probabilística por conveniência. A amostra foi composta por 23 homens aparentemente saudáveis com idade – mediana (quartis), 21 (20; 25,5) anos, índice de massa corporal (IMC) 24 (22,3; 24,7) kg/m², pressão arterial sistólica e diastólica 122/70 (116 – 60 / 129 – 76,5) mmHg; 120/82 (118 – 80 / 130 – 86) mmHg, ambas medidas nas posições supina e ortostática, respectivamente. Entre os participantes, 5 (21,7%) foram classificados como muito ativos, 16 (69,5%) como ativos, 2 (8,8%) como irregularmente ativo de acordo com o protocolo do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), (GUIDELINES IPAQ, 2005).

Procedimento de coleta de dados

Todos os participantes da pesquisa foram avaliados no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física, da Universidade de Brasília. Antes de serem submetidos aos procedimentos de coleta da pesquisa, todos os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Em seguida responderam o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) versão curta, (MATSUDO, 2001). Logo após, foram realizadas as medidas de massa corporal e estatura (com uso de uma balança portátil eletrônica modelo P150M (Líder, Brasil) e um estadiômetro (Sanny, Brasil). Os dados de frequência cardíaca e dos intervalos RR (iRR) foram gravados nas condições de repouso supino e ortostático, no teste de esforço submáximo e durante a recuperação, para em seguida serem transferidos para o software Polar ProTrainer 5 for Windows (Polar, Kempele, Finlândia). A partir desse software foram gerados os arquivos no formato .txt, com os iRR em milissegundos para posterior análise. O projeto possui aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília, de acordo com o parecer número 091/2009.

O protocolo de avaliação da função autonômica cardíaca (FAC) e o protocolo de teste de esforço submáximo foram realizados em laboratório com a temperatura controlada (22C° – 24C°). Todos os participantes foram orientados a não praticarem exercícios físicos, não consumirem bebidas alcoólicas ou estimulantes (energéticos) nas 24 horas precedentes aos testes, suspender o consumo de café e/ou chá verde no dia do teste pela manhã, dormir no mínimo 6 horas, e alimentar-se com no mínimo duas horas antes das avaliações. Todas as avaliações foram realizadas no período matutino entre às 07h e 11hs. Para participar desse estudo, os participantes deveriam ter entre 18 e 40 anos de idade, não ser fumantes e

apresentar IMC entre $\geq 18,5 \text{ kg/m}^2$ e $\leq 29,9 \text{ kg/m}^2$, apresentar frequência respiratória maior que 10 ciclos por minuto (cpm) e não ter problemas neuromusculares que os impedissem de realizar o teste de esforço. O desenho experimental foi realizado conforme apresentado na figura 1.

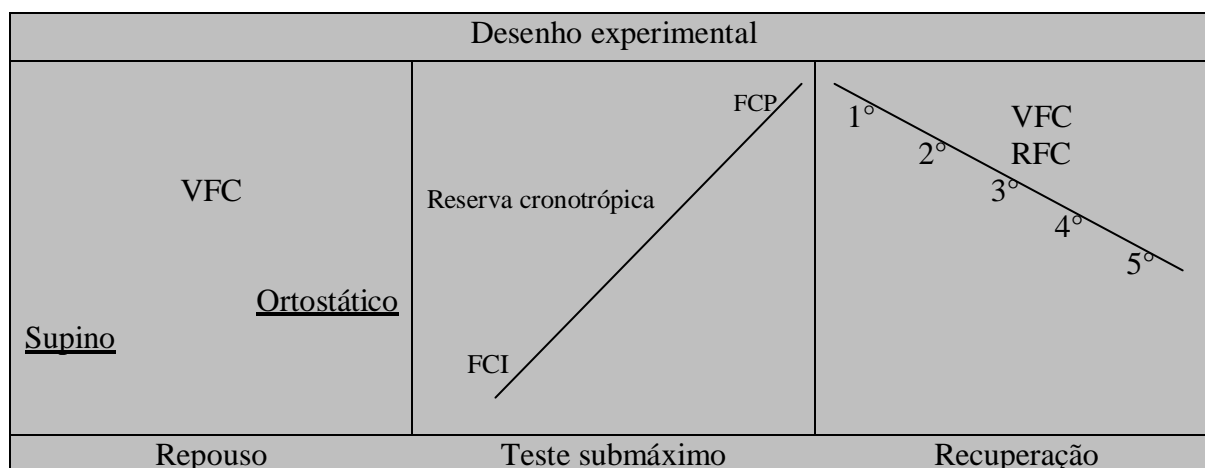


Figura 1. Desenho experimental

Variabilidade da frequência cardíaca no repouso

Após os procedimentos descritos, os participantes permaneceram em repouso por 5 min em uma maca na posição supina, em seguida a pressão arterial foi medida por meio do método auscultatório (com uso de um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (Unitec, Brasil) e um estetoscópio (Rappaport Premium, China), bem como realizou-se o registro curto (5 min) dos iRR pelo frequencímetro cardíaco da marca Polar®, modelo RS800CX (Kempele, Finlândia), ao fim desse tempo, ao comando do avaliador, os participantes realizaram a manobra postural de forma ativa (passando da posição supina para a posição ortostática em aproximadamente 5 segundos). Após 3 min na nova posição corporal (ortostatismo), procedeu-se a medida da pressão arterial para verificar quadro de hipotensão com a mudança na posição corporal. Na sequência os participantes permaneceram mais 5 min na posição ortostática para o registro dos iRR nessa posição. O procedimento utilizado para coleta dos iRR foi executado de acordo com o protocolo adotado em nosso laboratório (MOLINA *et al*, 2016).

Para análise da FAC por meio da VFC foi utilizado o software *Kubios HRV – Heart Rate Variability Analysis Software* (Kuopio, Finlândia). Previamente às análises foram realizadas as correções dos registros, quando necessário, para a exclusão de batimentos ectópicos e artefatos de registro. A VFC foi analisada por meio dos registros de 5 min dos iRR nas condições de repouso supino, ortostático e recuperação.

Os índices utilizados para a análise da VFC no repouso foram, no domínio do tempo as variáveis: (a) média dos intervalos RR (MÉDIA iRR), (b) desvio padrão dos intervalos RR (SDNN) no qual juntas, representam o grau de modulação global da FAC, (c) porcentagem de intervalos RR adjacentes com diferenças maiores que 50 ms (pNN50) e (d) raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças dos intervalos RR adjacentes normais (rMSSD) no qual representam o grau de modulação parassimpática, (TASK FORCE, 1996). No domínio da frequência utilizou os índices: (a) área total (AT), determinada pela soma dos componentes de alta frequência, baixa frequência e muito baixa frequência, que representa o grau de modulação global da FAC, (b) componente de baixa frequência (BF) que expressa a modulação simpátovagal, (c) componente de alta frequência (AF) que expressa a modulação parassimpática e o componente de baixa frequência dividido pelo componente de alta frequência (RAZÃO BF/AF) que expressa o balanço simpátovagal. (TASK FORCE, 1996).

No período de recuperação o índice rMSSD (domínio do tempo) foi utilizado para avaliar a reativação vagal, minuto a minuto ao longo de 5 min após o teste de esforço submáximo.

Teste de esforço submáximo escalonado

Antes de realizar o teste submáximo, a tira elástica foi molhada em água corrente, com o objetivo de manter ótima a transmissão do sinal durante o teste de esforço. A frequência cardíaca inicial (FCI) foi registrada imediatamente antes de iniciar o aquecimento. Após os procedimentos descritos acima, os participantes realizaram um teste de esforço submáximo escalonado em esteira ergométrica (ATL, Inbrasport, Brasil), com um aquecimento de 2 min na velocidade de 3km/h e inclinação de 2,5%. Após o aquecimento, o teste iniciou com a velocidade de 3km/h e inclinação constante de 2,5%, com aumento de 1km/h na velocidade a cada min (GARCIA *et al*, 2017; CRUZ *et al*, 2017), até atingir 85% da frequência cardíaca máxima prevista, de acordo com a fórmula de Tanaka *et al* (2001). O valor da frequência cardíaca em 85% do máximo previsto foi denominado de frequência cardíaca pico (FCP).

Recuperação da frequência cardíaca

Ao finalizar o teste, o protocolo de recuperação foi composto por 5 min de caminhada em esteira ergométrica com velocidade de 2,4 km/h e inclinação de 2,5%, de acordo com o protocolo de Cole *et al* (1999), com o registro de frequência cardíaca e dos iRR. A frequência cardíaca foi registrada nos 1°, 2°, 3°, 4° e 5° min após o fim do teste de esforço submáximo. Utilizou-se o coeficiente da frequência cardíaca de recuperação (CFCR) para o registro do

decremento da frequência cardíaca ao longo dos 5 min de recuperação, o CFCR é determinado pelos valores absolutos da RFC a cada minuto pós-exercício, dividido pela FCP menos a FCI (reserva cronotrópica) multiplicado por 100, de acordo com a seguinte equação: $CFCR = (RFC\ 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, 4^\circ, 5^\circ\ \text{minuto} / FCP - FCI) \times 100$ (MOLINA *et al*, 2016).

Estatística

Inicialmente foi verificado o tipo de distribuição das variáveis por meio do teste de Shapiro-Wilk. A maioria das variáveis apresentou distribuição não paramétrica. Utilizou-se a mediana e quartis (1º quartil – 3º quartil) para a descrição amostral. A comparação da variabilidade da frequência cardíaca nas condições de repouso (supino vs. ortostático) foi verificada por meio do Teste de Wilcoxon. A análise de correlação entre as variáveis foi verificada por meio do coeficiente de correlação de Spearman. O nível de significância adotado para as diferenças e correlações foi de $p < 0,05$. Para a análise estatística dos dados foi utilizado o software *GraphPad Prism 6 for Windows* (La Jolla, California).

3. RESULTADOS

A frequência cardíaca inicial (FCI) observada durante o teste de esforço foi 73 (66 – 84), a FCP foi 168,4 (167 – 170) e tempo total de teste (TTT) em segundos foi 447 (412 – 495,5). Na tabela 1 são apresentados os dados descritivos dos índices de variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo, nas posições supina e ortostática e também a variação percentual. Foi verificada diferença estatística significativa ($p < 0,01$) para todos os índices na comparação entre as posições supina e ortostática no repouso.

Tabela 1: Índices no domínio do tempo de 5 - min da variabilidade da frequência cardíaca no repouso.

	Supino	Ortostático	Variação %	p
Média iRR (ms)	989,8 (905,7; 1058,3)	753,4 (685,0; 832,6)	-21,4 (-27,6; -16,3)	< 0,01
SDNN (ms)	66,9 (54,9; 85,9)	49,2 (39,3; 59,8)	-34,3 (-54,7; -16,1)	< 0,01
pNN50 (%)	40,1 (21,2; 54,6)	5,3 (0,85; 11,5)	-84,7 (96,1; -62,0)	< 0,01
rMSSD (ms)	64,3 (43,8; 83,5)	24,7 (16,6; 33,6)	-59,1 (-67,1; -47)	< 0,01

Comparação dos índices de VFC na posição supina e ortostática pelo teste de Wilcoxon. Média iRR: média dos intervalos RR; SDNN: desvio padrão dos intervalos RR; pNN50: porcentagem de intervalos RR adjacentes maiores que 50 ms; rMSSD: raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças dos intervalos RR adjacentes normais.

Na tabela 2 são apresentados os dados descritivos dos índices de variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência, nas posições supina e ortostática, bem como a variação percentual entre as duas posições. Foi verificada diferença significativa para os

índices espectrais ($p < 0,00$), com exceção apenas do índice área absoluta de baixa frequência ($p = 0,79$).

Tabela 2: Índices espectrais de 5 - min da variabilidade da frequência cardíaca no repouso.

	Supino	Ortostático	Variação %	p
AT (ms ²)	4130,7 (2684,5; 6679,2)	2332,0 (1500,1; 3297,9)	-37,7 (-66,4; -19,2)	< 0,01
AABF (ms ²)	1086,8 (742,1; 1785,5)	1052,2 (677,4; 1422,3)	0,69 (-50,1; 49,7)	0,79
AAAF (ms ²)	1780,4 (702,4; 2719,9)	195,6 (119,7; 551,0)	-80,7 (-89,2; -68,0)	< 0,01
Razão BF/AF	0,8 (0,5; 1,3)	4,4 (2,1; 6,8)	374,8 (159,4; 589,5)	< 0,01

Comparação dos índices de VFC na posição supina e ortostática pelo teste de Wilcoxon. AT: área total; AABF: área absoluta de baixa frequência; AAAF: área absoluta de alta frequência, Razão BF/AF: AABF dividido por AAAF.

Com relação ao decremento da frequência cardíaca, no qual foi analisado pelo CFCR ao longo dos cinco minutos da recuperação pós-exercício, os valores observados foram: CFCR 1° mediana (quartis), 41,6 (36,5 – 46,1)%, CFCR 2° 58,8 (54,4 – 67,6)%, CFCR 3° 65,9 (57,9 – 72,3)%, CFCR 4° 66,6 (62,2 – 76,7)%, CFCR 5° 72 (64,7 – 75,4)%.

Na tabela 3 são apresentadas as correlações entre as variações relativas dos índices parassimpáticos (pNN50, rMSSD e AF) e de modulação global (CV e AT) da VFC no repouso e o CFCR do 1° ao 5° min de recuperação. A correlação foi significativa entre a retirada parassimpática pelo índice pNN50 após manobra ortostática ativa no repouso e o CFCR do 1° ao 5° min da recuperação. Os demais índices não apresentaram correlação significativa com o CFCR no 1° min da recuperação. A retirada parassimpática dos índices rMSSD e AF após manobra ortostática ativa no repouso, apresentou correlação significativa com o CFCR do 2° ao 5° min da recuperação. O CV e a AT apresentaram correlação significativa com o CFCR do 2° ao 5° min da recuperação.

Tabela3: Coeficiente de correlação de Spearman e valores de p (entre parênteses), da correlação dos índices vagais e globais da variabilidade da frequência cardíaca no repouso com o coeficiente da frequência cardíaca de recuperação (CFCR) do 1° ao 5° min.

	CFCR 1 min	CFCR 2 min	CFCR 3 min	CFCR 4 min	CFCR 5 min
Δ% pNN50	0,40 (0,02)	0,63 (< 0,01)	0,58 (< 0,01)	0,75 (< 0,01)	0,63 (< 0,01)
Δ% rMSSD	0,22 (0,14)	0,64 (< 0,01)	0,72 (< 0,01)	0,69 (< 0,01)	0,73 (< 0,01)
Δ% AF	0,21 (0,16)	0,55 (< 0,01)	0,66 (< 0,01)	0,67 (< 0,01)	0,71 (< 0,01)
Δ% CV	0,20 (0,17)	0,38 (0,03)	0,44 (0,01)	0,57 (< 0,01)	0,46 (0,01)
Δ% AT	0,14 (0,24)	0,39 (0,03)	0,43 (0,01)	0,55 (< 0,01)	0,47 (0,01)

pNN50: porcentagem de intervalos RR adjacentes maiores que 50 ms; rMSSD: raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças dos intervalos RR adjacentes normais; AF: alta frequência; CV: coeficiente de variação; AT: área total.

Foram verificadas correlações positivas entre os índices vagais ($\Delta\%$ pNN50 $r_s = 0,57$ $p < 0,01$; $\Delta\%$ rMSSD $r_s = 0,49$ $p < 0,01$; $\Delta\%$ AF $r_s = 0,62$ $p < 0,01$) após mudança postural ativa com a reativação vagal (rMSSD) no 1º min de recuperação. Não foram observadas correlações entre a variação relativa dos índices vagais no repouso e a reativação vagal do 2º ao 5º min da recuperação ($p = 0,07$ a $0,45$).

4. DISCUSSÃO

Este estudo apresenta novas e importantes informações sobre o decremento da recuperação da frequência cardíaca e da reativação vagal após testes de esforço submáximo em homens, com enfoque na análise da retirada vagal após o teste ortostático ativo.

O principal achado foi que a redução da atividade vagal (pNN50, rMSSD e AF), e a redução dos índices de modulação global (CV e AT) após manobra ortostática ativa se correlacionaram positivamente com o CFCR ao longo dos 5 minutos de recuperação e com a reativação vagal no 1º min de recuperação. Com base nas informações obtidas no teste ortostático antes do treinamento, será possível inferir sobre o nível de recuperação após o exercício, usando como parâmetro a variação dos índices de VFC observados no repouso.

Esses achados podem ser relevantes no contexto clínico e funcional, por indicarem que o decremento da FC e a reativação vagal após o estresse físico, parecem estar na dependência da retirada parassimpática observada no repouso após manobra ortostática ativa.

Nesse cenário destacam-se que ambas as medidas quando analisadas de forma independente são consideradas preditoras de mortalidade (COLE *et al*, 1999; COLE *et al*, 2000; JOUVEN *et al*, 2005). Entretanto, ainda não está claro se há relação entre as medidas avaliadas em diferentes condições, como exemplo: se a condição de repouso pode influenciar na capacidade de recuperação imediatamente após um estímulo excitatório como o exercício, do ponto de vista autonômico cardíaco.

Atualmente já está bem estabelecido que a recuperação da frequência cardíaca após o exercício está na dependência da resposta autonômica parassimpática (LAHIRI *et al*, 2008), sendo que no primeiro minuto da recuperação o coração ainda está sob forte influência simpática. O elevado grau de atividade simpática e parassimpática nesse período de ajustes inicial é denominado “up regulation” (MOLINA *et al*, 2016), momento em que observou-se correlação positiva entre a retirada parassimpática no teste ortostático e a reativação parassimpática na fase de recuperação pós-exercício, indicando que a condição prévia ao esforço influencia a reativação vagal no 1º min da recuperação.

De acordo com Katz (2010), as medidas de VFC e RFC apresentam frequentemente discordância para um mesmo indivíduo e até o presente momento ainda não foi caracterizado o mecanismo que talvez possa explicar a falta de associação entre essas medidas.

Assim, o presente estudo parece ser o primeiro a verificar que a retirada parassimpática após manobra ortostática ativa no repouso correlaciona-se com o CFCR e com a reativação vagal após teste de esforço submáximo. Por meio dessa avaliação no repouso, por uma metodologia prática, simples, rápida, realizada com a mudança na posição corporal, torna-se possível avaliar o controle da carga interna no organismo de forma indireta e inferir sobre a capacidade de adaptação que o organismo tem para recuperar-se após um esforço.

Portanto, os achados estão de acordo com o conceito de que quanto mais elevada a atividade autonômica previamente a uma exigência funcional, maior será a dificuldade de aumentar essa atividade (ativação parassimpática) em resposta ao estímulo excitatório após o exercício ou mais difícil será reduzir essa atividade (inativação simpática) em resposta a um estímulo inibitório (MOLINA *et al*, 2016).

Diversos estudos mostraram que a VFC no repouso e a RFC apresentam diferenças quando comparadas entre grupo diferentes, sendo afetada por fatores como idade, condições patológicas e nível de condicionamento físico (EVRENGUL *et al*, 2006; ANTELMÍ *et al*, 2008; DANIELI *et al*, 2014).

Contudo, quando se trata da modulação da VFC no repouso influenciar a RFC, a literatura tem mostrado resultados inconclusivos. No estudo de Javorka *et al* (2002), realizado com 17 indivíduos não treinados, os autores concluíram que a RFC não apresentou correlação com os índices de VFC no repouso. Chapleau e Sabharwal (2011) consideram que a discordância na correlação da VFC com a RFC pode estar relacionada com a diferença entre o tônus e a modulação da atividade parassimpática. Buchheit e Gindre (2006) fizeram um estudo com 55 participantes, com o objetivo de verificar associações entre modulação parassimpática da FC, aptidão aeróbia e carga de treinamento, os achados desse estudo mostraram que existe correlação entre os índices de VFC e VO₂max, e também existe correlação entre a RFC e carga de treinamento, mas os autores não encontraram correlação entre os índices de VFC e RFC. Bosquet *et al* (2007), em estudo para investigar se o controle autônomo cardiovascular é influenciado pela resistência aeróbia, observaram que não houve correlação entre a VFC e RFC após teste de esforço máximo, os autores afirmam que a atividade vagal no repouso parece não influenciar a reativação vagal após o exercício.

Entretanto, na pesquisa realizada por Danieli *et al* (2014), com teste submáximo em cicloergômetro com 60 participantes, verificou-se que houve correlação entre a RFC nos 1º e

2º min com os índices de VFC no repouso, corroborando com nossos achados de que a recuperação da FC após um teste submáximo está correlacionada com a VFC no repouso, no entanto, esse estudo realizou análise dos parâmetros de VFC sem levar em consideração a variação entre a posição supina e ortostática no repouso. Chen *et al* (2011), observaram correlação entre os índices de VFC no repouso supino e a RFC no 4º min da fase de recuperação na posição supina em homens jovens.

Por outro lado, a falta de associação entre a VFC no repouso e a RFC após o exercício, observada em diversos estudos (JAVORKA *et al* 2002; BUCHHEIT e GINDRE 2006; BOSQUET *et al* 2007), possivelmente pode ser explicada pela forma de análise da VFC no repouso, como ocorreu nesses estudos que correlacionaram apenas os índices de VFC no repouso supino com a RFC. Os procedimentos adotados na fase de recuperação também são diferentes entre os estudos, com diferentes posições corporais e tipos de recuperação (ativa vs passiva) (JAVORKA *et al* 2002; EVRENGUL *et al*, 2006; BOSQUET *et al* 2007 BUCHHEIT e GINDRE 2006). De acordo com Garcia *et al*, (2017) o grau de modulação global da FAC do 2º ao 5º e a atividade vagal no 1º minuto após teste de esforço submáximo em homens, é maior na recuperação passiva. Os autores verificaram a modulação global da FAC e atividade vagal em dois protocolos de recuperação (passiva vs ativa), e sugerem que o esforço físico, embora mínimo como a caminhada lenta na esteira após o teste de esforço age sobre a modulação global da função autônoma cardíaca e também da atividade vagal. Se a comparação entre a recuperação ativa e passiva provoca alteração na VFC é compreensível que os estudos citados não tenham encontrado correlações entre a VFC no repouso e a RFC pós-exercício.

Portanto, como descrito acima, as diversas formas utilizadas para analisar a VFC no repouso e a RFC podem tornar os resultados dos estudos discordantes ou inconclusivos, sendo necessário encontrar uma maneira mais adequada para realizar essas análises. Assim, os achados do presente estudo podem contribuir para melhorar a análise da VFC e da RFC após o exercício, tanto em condições clínicas quanto funcionais.

Como limitação do presente estudo, destaca-se a idade e sexo dos participantes, pois nossos achados estão restritos à característica de nossa amostra, não permitindo que sejam extrapolados para outros indivíduos. Sugerimos que novos trabalhos sejam realizados com diferentes ergômetros com testes submáximos e também com testes máximos utilizando a retirada parassimpática após manobra ortostática ativa no repouso para verificar se essa forma de análise será significativa com outros grupos de participantes com características diferentes, entre atletas e não atletas, indivíduos saudáveis e doentes, idosos e mulheres.

Em conclusão, os resultados do presente estudo indicam que a recuperação da frequência cardíaca (1° ao 5° min) e a reativação parassimpática (1° min) na fase de recuperação pós-exercício submáximo em homens jovens estão na dependência da retirada parassimpática após manobra ortostática ativa no repouso.

5. Referências Bibliográficas

1. AUBERT, A. E.; SEPS, B.; BECKERS, F. Heart rate variability in athletes. **Sports Medicine**, v. 33, n. 12, p. 889-919, 2003.
2. ANTELM, I.; CHUANG, E. Y.; GRUPI, C. J.; LATORRE, M. R. D. O.; MANSUR, A. J. Recuperação da frequência cardíaca após teste de esforço em esteira ergométrica e variabilidade da frequência cardíaca em 24 horas em indivíduos sadios. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 90, n. 6, p. 413-418, 2008.
3. BRASIL. Portal Brasil. **Doenças cardiovasculares causam quase 30% das mortes no País**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2011/09/doencas-cardiovasculares-causam-quase-30-das-mortes-no-pais>> Acesso em 22/11/2017.
4. BOSQUET, L.; GAMELIN, F. X.; BERTHOIN, S. Is aerobic endurance a determinant of cardiac autonomic regulation? **European Journal Of Applied Physiology**, v. 100, n. 3, p. 363-369, 2007.
5. BUCHHEIT, M.; GINDRE, C. Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. **Ajp: Heart and Circulatory Physiology**, v. 291, n. 1, p. 451-458, 2006.
6. CHAPLEAU, M. W.; SABHARWAL, R. Methods of assessing vagus nerve activity and reflexes. **Heart Failure Reviews**, v. 16, n. 2, p. 109-127, 2010.
7. CHEN, J. Y.; LEE, Y. L.; TSAI, W. C.; LEE, C. H.; CHEN, P. S.; LI, Y. H.; TSAI, L. M.; CHEN, J. H.; LIN, L. J. Cardiac autonomic functions derived from short-term heart rate variability recordings associated with heart rate recovery after treadmill exercise test in young individuals. **Heart And Vessels**, v. 26, n. 3, p. 282-288, 2010.
8. COLE CR, BLACKSTONE EH, PASHKOW FJ, SNADER CE, LAUER MS. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. **New England Journal Of Medicine**, v. 341, n. 18, p. 1351-1357, 1999.
9. COLE, C. R.; FOODY, J. M.; BLACKSTONE, E. H.; LAUER, M. S. Heart rate recovery after submaximal exercise testing as a predictor of mortality in a

- cardiovascularly healthy cohort. **Annals Of Internal Medicine**, [s.l.], v. 132, n. 7, p. 552-555, 2000.
10. CRUZ, C. J. G.; MOLINA, G. E.; PORTO, L. G. G. ; JUNQUEIRA JR, L. F. Resting bradycardia, enhanced post-exercise heart rate recovery and cardiorespiratory fitness in recreational ballroom dancers. **Research Quarterly For Exercise And Sport**, v. 88, n. 3, p. 371-376, 2017.
 11. DANIELI, A.; LUSA, L.; POTOČNIK, N.; MEGLIC, B.; GRAD, A.; BAJROVIC, F. F. Resting heart rate variability and heart rate recovery after submaximal exercise. **Clinical Autonomic Research**, v. 24, n. 2, p. 53-61, 2014.
 12. EVRENGUL, H.; TANRIVERDI, H.; KOSE, S.; AMASYALI, B.; KILIC, A.; CELIK, T.; TURHAN, H. The relationship between heart rate recovery and heart rate variability in coronary artery disease. **Annals Of Noninvasive Electrocardiology**, v. 11, n. 2, p. 154-162, 2006.
 13. GARCIA, G. L.; PORTO, L. G. G.; FONTANTA, K. E.; GOMES, C. J.; JUNQUEIRA, L. F.; MOLINA, G. E. Efeito de diferentes protocolos de recuperação sobre a função autonômica cardíaca. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 23, n. 1, p. 16-20, 2017.
 14. **Guidelines for data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): short and long forms.** 2005. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>> Acesso em: 19/12/2017.
 15. JAVORKA, M.; ZILA, I.; BALHÁREK, T.; JAVORKA, K. Heart rate recovery after exercise: relations to heart rate variability and complexity. **Brazilian Journal Of Medical And Biological Research**, v. 35, n. 8, p. 991-1000, 2002.
 16. JOUVEN, X.; EMPANA, J.P.; SCHWARTZ, P. J.; DESNOS, M.; COURBON, D.; DUCIMETIÈRE, P. Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. **New England Journal Of Medicine**, [s.l.], v. 352, n. 19, p. 1951-1958, 2005.
 17. KATZ, S. D. In search of the optimal measure for assessment of parasympathetic control of heart rate. **Clinical Autonomic Research**, v. 20, n. 1, p. 1-2, 2010.
 18. LAHIRI, M. K.; KANNANKERIL, P. J.; GOLDBERGER, J. J. Assessment of autonomic function in cardiovascular disease: physiological basis and prognostic implications. **Journal Of The American College Of Cardiology**, v. 51, n. 18, p. 1725-1733, 2008.
 19. MACHADO, A. B. M.; HAERTEL, L. M. **Neuroanatomia funcional**. 3ª ed. São Paulo: Atheneu, 2014.

20. MATSUDO, S.; ARAUJO T.; MATSUDO, V.; ANDRADE, D.; ANDRADE, E; OLIVEIRA, L. C.; BRAGGION, G. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Revista brasileira de atividade física e saúde**, v. 6, n. 2, p. 5-18, 2001.
21. MARIEB, E. N.; HOEHN, K. **Anatomia e fisiologia**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
22. MCARDLE, W.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
23. MOLINA, G.E.; FONTANA, K.E.; PORTO, L. G.G.; JUNQUEIRA Jr, L. F. Post-exercise heart-rate recovery correlates to resting heart-rate variability in healthy men, **Clinical Autonomic Research**, v. 26, n. 6, p. 415-421, 2016.
24. PUMPLA, J.; HOWORKA, K.; GROVES, D.; CHESTER, M.; NOLAN, J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications, **International Journal Of Cardiology**, v. 84, n. 1, p. 1-14, 2002.
25. TANAKA, H.; MONAHAN, K.D.; SEALS, D.R. Age-predicted maximal heart rate revisited, **Journal Of The American College Of Cardiology**, v. 37, n. 1, p.153-156, 2001.
26. TASK FORCE. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, **European Heart Journal**, v. 17, n. 3, p. 354-381, 1996.
27. World Health Organization. **Cardiovascular diseases**. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/>> Acesso em 22/11/2017.